



JAPANESE PATENT OFFICE

JC542 U.S. PTO
09/444460



11/22/99

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 08075942

(43)Date of publication of application: 22.03.1996

(51)Int.Cl.

G02B 6/13
G08L 83/06
G02B 6/12

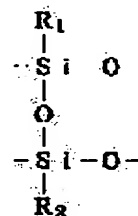
(21)Application number: 06236059	(71)Applicant:	NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>
(22)Date of filing: 06.09.1994	(72)Inventor:	WATANABE TOSHIO HIKITA MAKOTO USUI MITSUO IMAMURA SABURO

(54) PRODUCTION OF OPTICAL WAVEGUIDE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a producing method high in the dimensional controllability of a core by using copper as a dry etching mask to suppress side etching at the time of producing an optical waveguide using a polymer selected from the group consisting of a specific polysiloxane and the mixture as the core and a polymer having a lower refractive index than that of the core as a clad.

CONSTITUTION: At the time of producing the optical waveguide using the polymer selected from the group of the polysiloxane, the copolymer or the mixture having a repeating unit expressed by formula I or formula II as the core and the polymer having lower refractive index than that of the core as the clad, copper is used as the dry etching mask. In the formulas each of R₁ and R₂ is the same as or different from each other and represents an alkyl, deuterated alkyl or halogenated alkyl group expressed by C_nY_{2n-1} (Y is hydrogen, deuterium or halogen, (n) is integers of <5) or a phenyl, deuterated phenyl or halogenated phenyl group expressed by C₆Y₅.



Japanese Publication for Unexamined Patent Application
No. 75942/1996 (Tokukaihei 8-75942)

A. Relevance of the Above-identified Document

This document has relevance to claims 1, 19, 20, and 33 to 40 of the present application.

B. Translation of the Relevant Passages of the Document

[CLAIMS]

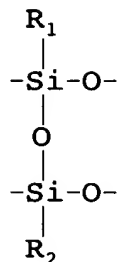
[CLAIM]

A method for manufacturing an organic waveguide in which a core is made of polymer selected from the group consisting of ..., and polysiloxane, and a mixture of these compounds, and in which a clad is made of polymer having a lower refractive index than that of the core, wherein copper is used as a dry etching mask in a step of forming the core by dry etching.

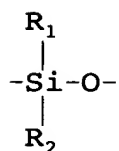
[MEANS TO SOLVE THE PROBLEMS]

There is provided a method for manufacturing an organic waveguide in which a core is made of polymer selected from the group consisting of (a) polysiloxane with a repetitive unit as represented by General Formula 1 or 2,

[General Formula 1]



[General Formula 2]



where R_1 and R_2 , which may be the same or different, is an alkyl group, deuterated alkyl group, or halogenated alkyl group, which is represented by C_nY_{2n-1} (where Y is hydrogen, deuterium, or halogen, and n is a positive integer of not more than 5), or a phenyl group, deuterated phenyl group, or halogenated phenyl group, which is represented by C_6Y_5 (where Y is hydrogen, deuterium, or halogen), (b) polysiloxane as a copolymer with a repetitive unit as represented by General Formulae 1 and 2, and (c) a mixture of these compounds, and in which a clad is made of polymer having a lower refractive index than that of the core, wherein copper is used as a dry etching mask in a step of forming the core by dry etching.

(5) InCl ₄	識別記号	庁内整理番号	P 1	技術表示箇所
G02B 6/13				
C08L 83/06				
G02B 6/12				

G02B 6/12 M
N
審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全5頁)

(21) 出願番号 平9-238059

(22) 出願日 平成6年(1994) 9月6日

(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号
(72) 発明者	渡辺 俊夫 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
(72) 発明者	足田 真 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
(72) 発明者	磯永 光男 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
(74) 代理人	弁護士 中本 宏 (外2名) 最終頁に続く

(54) 発明の名 光導波路の作製方法

(57) 要約

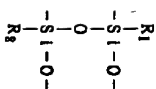
【目的】 ポリシロキサンをコアに用いたガラスチップ光導波路を作製する際に、サイドエッチングを抑制して、コアの寸法制御性の高い作製方法を提供する。

【構成】 ケイ素に結合したアルキル基 (非置換、置換、重水素化若しくはハロゲン化した基)、又はフェニル基 (非置換、置換、重水素化若しくはハロゲン化した基) を有するポリシロキサン (架橋したものでよい) を主体とするものをコアとし、より屈折率の低いポリマーをクラッドとした光導波路を作製する方法における、該コアをドライエッチングにより作製する工程において、該エッチングマスクとして銅を用いる光導波路の作製方法。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 下記一般式 (化1) 又は (化2) :

(化1)



(化2)



【式中、 R_1 、 R_2 は同一又は異なり、 $C_n H_{2n+1}$ (n は自然数、重水素若しくはハロゲン、 n は5以下の正の整数を表す) で表されるアルキル基、重水素化アルキル基又はハロゲン化アルキル基、あるいは $C_6 Y_5$ (Y は水素、重水素若しくはハロゲンを表す) で表されるフェニル基、重水素化フェニル基又はハロゲン化フェニル基) (化1) 及び (化2) で表される繰返し単位の混合物よりなる群から選ばれたポリマーをコアとし、このコア材料より屈折率の低いポリマーをクラッドとした光導波路を作製する方法における、該コアをドライエッチングにより作製する工程において、ドライエッチングマスクとして銅を用いることを特徴とする光導波路の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ガラスチップ光導波路、特にポリシロキサンを用いた光導波路、光インテグレーション、あるいは光合分波器等の光学部品に使用可能な光導波路の作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 光部品、あるいは光ファイバの基材としては、光伝損失が小さく、伝送帯域が広いという特徴を有する石英ガラスや多成分ガラス等の無機系の材料が広く使用されているが、最近ではプラスチック系の材料も開発され、無機系の材料に比べて加工性や面付けの点で優れていることから、光導波路用材料として注目されている。例えば、ポリメチルメタクリレート (PMMA)、あるいはポリスチレンのような透明性に優れたプラスチックをコアとし、そのコア材料よりも屈折率の低いプラスチックをクラッド材料としたコア-クラッド構造からなる平面型光導波路が作製されている (特開平3-188402号)。しかし、これら従来のプラスチック光導波路では、導波損失と耐熱性が無機系の材料に及ばないという問題がある。導波損失に関しては、プラスチック光導波路の一端に光を入射させた場合、材料

(2)

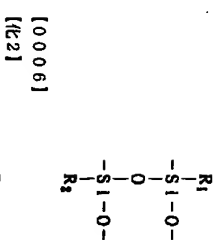
による吸収や散乱によって、光が導波路内で減衰される度合いが、無機系材料に比べて大きい。特に、光通信に用いられる1300~1600nmの波長領域での低損失化が要であった。また、耐熱性に関して言えば、プラスチックのガラス転移温度が一般に100℃前後であるため、平面型光導波路の上限は80℃程度であり、プラスチック光導波路を実用なものとして使用することが困難であった。これらの問題を解決する材料として、可視~近赤外線域にわたって低損失であり、耐熱性に優れたポリイミド、ポリカーボネート、ポリシロキサンを使用することができ、中でも、ポリシロキサンは光通信波長帯である1300nmで導波損失が0.1dB/cm以下と報告されており、低損失光導波路用材料として有望である。これらの材料を溶媒中に溶かして使用すると、スピンコート法により容易に基板の上に膜が形成できる。これは非常に簡便な方法であり、プラスチックで光導波路を作製する場合の利点の一つである。このような簡便で制御性のよい薄膜形成法であるスピンコート法を基本技術としてシリコン型の光導波路を作製する場合は、コア作製時において、いかに面と垂直方向のコア形状を制御できるかが、導波特性の優れたシングルモード導波路を作製する鍵となる。しかし、ポリシロキサンを用いた寸法制御性のよいコアを作製するためには、従来、以下に示すような問題点があった。図2は、プラスチック光導波路の構成図である。1はコアであり、2及び3はそれぞれ下クラッド及び上クラッド、4は基板である。プラスチック光導波路の作製工程の概略は、以下のようになる。まず、基板2上に、クラッド構成材料をスピンコートし、下層クラッド2を形成する。次に、コア構成材料をスピンコートし、任意の形状にコア1に加工する。更にその上から、クラッド構成材料をスピンコートし、上層クラッド3を形成すること、図2に示すような埋め込み型光導波路ができる。このとき、シングルモード光導波路を作製するためには、コアの形状を精度よく制御することが重要である。精度な問題を伴ったコアを形成する優れた方法として、ドライエッチング法がある。可視~近赤外線域にわたって低損失であり、耐熱性に優れたポリシロキサンをコアに使用した場合、ドライエッチング用ガスとしてはフロロオカーボン系ガスと酸素の混合ガス、あるいはクロロフルオロオカーボン系ガスと酸素の混合ガスが考えられる。フルオロオカーボン系ガス、あるいはクロロフルオロオカーボン系ガス単独の場合は、エッチングガス材料としてポリシロキサン系樹脂のボジ型ポリイミド、あるいはクロロ、チタン、モリブデン等の高融点金属を用いることがしばしばあるという問題点があった。このため、従来、この種の混合ガスを用いたドライエッチングにおいて、ポリシロキサンに対してエッチング速度比が大きくなるとするエッチングマスクが知られておらず、サイドエッチングが大きくなるとして

しが行えず、したがって所望のコア形状に加工することが困難であり、これがポリシロキサンをコアに用いたガラスチップ光導波路作製上の重要な問題点であった。

【00031】
【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、ポリシロキサンをコアに用いたガラスチップ光導波路を作製する際にサイドエッチングを抑制して、コアの寸法制御性の高い作製方法を提供することにある。

【00041】
【課題を解決するための手段】本発明を特徴すれば、本発明は光導波路の作製方法に関する発明であって、下記一般式 (化1) 又は (化2) :

【00051】
【化1】



【00071】〔式中、R₁、R₂は同一又は異なり、C_nY_{2n-1}(Yは水素、重水素若しくはハロゲン、nは5以下の正の整数を表す)で表されるアルキル基、重水素化アルキル基又はハロゲン化アルキル基、あるいはC₆Y₅(Yは水素、重水素若しくはハロゲンを表す)で表されるフェニル基、重水素化フェニル基又はハロゲン化フェニル基〕で表される繰返し単位を有するポリシロキサンとし、一般式 (化1) 及び (化2) で表される繰返し単位の共重合体であるポリシロキサン、及びこれらの混合物より屈折率の低いポリマーをクラッドとした光導波路を作製する方法において、該コアをドライエッチングにより作製する工程において、ドライエッチングプロセスとして銅を用いることを特徴とする。

【00081】ここで使用する銅プロセスは、コアをフルオロカーボン系ガスと酸素の混合ガスでエッチングした後、塩化第二鉄等の水溶液で終極に除去が可能であり、この処理はコアのポリシロキサンには影響が無く、埋め込み導波路を作製した後の光の伝達損失には実質的な影響を与えない。

【00091】本発明は、可視～近赤外線において低損失で、耐熱性に優れたポリシロキサンを光導波路材料として用い、ドライエッチング用プロセスとして銅を用いることにより、パターン変換性の少ないソリッドモード導波

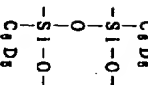
路を作製するため、低損失で、耐熱性に優れたガラスチップ光導波路を容易に作製することができる。

【00101】下記実施例としては、直線の3次元光導波路の作製例のみを説明したが、このほか、光導波回路の基本構成をなす、分岐・合流回路、方向性結合器、マッパセンタリフ、リソグ生線器等は、マッパセンタリフの変更により、容易に作製可能であった。

【00111】
【実施例】以下、実施例により本発明を詳細に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

【00121】実施例1
本発明により、作製した光導波路の実施例を図1に工程図として示す。図1において、符号1～4は図2と同様であり、5はコア層、6は銅層、7はマッパセンタリフの意味する。光導波路材料として用いたポリシロキサンの基本構造を下記一般式 (化3) 及び (化4) に示す。

【00131】
【化3】



【00141】
【化4】



【00151】ポリシロキサン (A) (式 (化3) の繰返し単位を有するポリマー) を溶かした10%アセトン溶液を用いて、シリコン基板4上にマッパセンタリフ厚が約15μmとなるように塗布した。得られた膜を150℃で乾燥し、十分に溶媒を除去して下層クラッド2を形成した。更に、この上に上記ポリシロキサン (A) より屈折率が高い、ポリシロキサン (B) (式 (化3) の繰返し単位を有するポリマーと式 (化4) の繰返し単位を有するポリマーとの共重合体) を含むアセトン溶液をスピンコートにより塗布し、膜厚8μmの膜をコート層5として堆積した。得られた膜を150℃で乾燥し、十分に溶媒を除去した。この表面にマッパセンタリフ厚が約0.2μmとなるよう堆積させた。次に、銅層6の上にフオトリジストを1μmスピンコートし、90℃で5分間乾燥した。次に、露光器で露光してレジストを現像し、8μm幅の直線状のマッパセンタリフを銅層6上に形成した。次に、イオンミリング装置に上記基板を装載し、アルゴンガスを導入して5分間エッチングを行うと、レジストが覆われていない部分の銅がエッチングされドライエ

チン/用マッパが形成された。更に、CF₄と酸素の混合ガスでドライエッチング (RIE) を行い、マッパパターン以外のコア層をエッチングしたところ、幅8μm、高さ8μmの矩形のコア1が形成でき、このとき、残った銅の厚さは約0.04μmであり、0.16μmエッチングされたことになり、約50倍のエッチング速度比が得られた。その後、塩化第二鉄水溶液を用いて残った銅を除去した。この上からポリシロキサン (A) をスピンコートにより塗布して上層クラッド3とした。150℃で乾燥し、十分に溶媒を除去して埋め込み型の3次元光導波路を作製した。この光導波路を長さ5cmに切り出し、一端から長さ1300nmの光を入射させ、他端から出てくる光量を測定することにより光導波路の損失を測定した結果、この光導波路の損失は0.1dB/cm以下であった。次に、長さ155

0nmの光を用いて同様の実験を行った結果、この波長においても損失は0.5dB/cm以下であった。また、出射する光の近距離像を近赤外線カメラを用いて観察したところ、1300nm、1550nm両者の波長域においてソリッドモードとなっていることが確認できた。また、120℃の大気中で100時間放置した後の損失を測定したところ、放置前に比べ変化せず、耐熱性に優れていることが確認できた。

【00161】比較のために、エッチングマッパとして銅以外にフオトリジスト、クロム、モリブデンを使用した。下記表1に特記した以外の条件は銅を用いた場合と同一である。これらの結果を表1に示す。

【00171】
【表1】

	フオトリジスト	クロム	モリブデン	銅
エッチング速度比	1	20	15	50
マッパ厚さ (μm)	10	0.5	0.6	0.2
コアの幅 (μm)	4	7	6.5	7.8
マッパの除去方法 及び時間	露光マッパ 30分	加熱 30秒	フッ酸 30秒	塩化第二鉄水溶液 15秒
損失 (dB/cm)	0.1	0.2	0.35	0.1

【00181】表1から明らかなように、銅を用いることによって、パターン変換性の小さい光導波路が実現できた。また、銅をマッパに用いた場合はポリシロキサンと他のエッチング速度差が大きいため、クロムやモリブデン等の他の金属に比べてエッチングマッパを無くすることができ、ポリマーの膜内に発生する応力を低減することができ、そのため、0.1dB/cm以下の増減損失を達成することが可能である。更に、ここで使用した銅プロセスは、コアをエッチングした後、塩化第二鉄水溶液で最終に除去が可能であり、かつ、この処理はポリシロキサンに対して影響を与えない。

【00191】
【発明の効果】以上説明したように、本発明による銅をエッチングマッパとして用いて製作したポリシロキサン光導波路は、可視～近赤外線において極めて優れた光学特性を有するため、従来の光導波路作製時に問題となっ

いた、パターン変換性を少なくし、所望のコア形状を作製することが容易なため、低損失で、信頼性の高い高品質な光導波回路を容易に供給できるという利点がある。すなわち、この作製方法を用いた光回路を利用して作製した光部品により、超高性能な集積回路、信頼性の高いローカルエリアネットワーク等の光通信システムを構成できる利点がある。

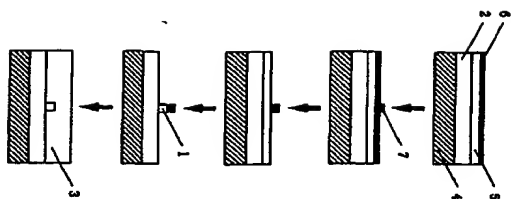
【図面の簡単な説明】
【図1】本発明の光導波路の作製方法による実施例を示す工程図である。

【図2】ガラスチップ光導波路の列を示す構成概要図である。

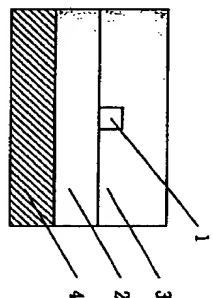
【符号の説明】
1：コア、2：下層クラッド、3：上層クラッド、4：基板、5：コア層、6：銅層、7：マッパセンタリフ

(5)

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72) 発明者 今村 三郎
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内